800 m²演播室 4K 系统设计分析

摘　要：演播室 4K 系统在 IP 化视频、音频、通话、同步与控制系统中发挥着至关重要的作用。本文以 800m² 演播室 4K 系统设计为例，对与之相关的项目建设目标、系统设计方案、系统可扩展性与集成要求等内容进行了探究。

关键词：演播室；4K 系统；可扩展性；集成要求
中图分类号：TN948.12　　文献标识码：A
文章编号：1671-0134（2018）09-079-02　　DOI：10.19483/j.cnki.11-4653/n.2018.09.031

文 / 闫妍

1. 项目建设目标

建立以 IP 设备为信号传输、信号交换和调度核心的超高清直播演播室系统，充分发挥 IP 网络特点，实现视频、通话和控制等系统的 IP 化传输和信号交换，搭建一个对未来超高清直播演播室系统，具有示范性和指导意义。项目建设完成后，应实现如下几个目标：一是，为超高清电视制作提供完整的技术平台；二是建设高可靠性的以 IP 交换机为核心进行信号交换的转播系统，实现 IP 化的视频、音频、通话、同步和控制等系统的传输、信号交换和调度；三是使用 IP 领域的先进技术和设备，使系统能够使用 SDN 的设计理念，通过软件来规划和定义制作规模和形态，实现系统的调度和配置等功能；四是应对未来技术发展和业务规模不断增长的需求。

2. 系统设计方案描述

本项目设计由如下系统组成：视频系统、同步系统、时钟系统、控制系统、监看监听系统等。

2.1 视频系统

演播室设计常规规模为 4K 标准讯道超高清摄像机 8 台，另外考虑系统可以兼容更多的接口标准，外来信号的预留数为 10 路，包括基于 3G-SDI 的符合 SMPTE ST 425-5 标准的超高清视频信号；基于 SMPTE 2110-20 的高清和超高清 IP 视频数据；基于 SMPTE 2022-6 的使用 TICO 压缩的超高清 IP 数据；使用 TICO 压缩的超高清 3G-SDI 信号；基于 HD-SDI 的符合 GY/T157-2000 标准的高清视频信号；基于 SMPTE ST 2082-1 的 12G-SDI 超高清视频信号等。

2.2 视频制作流程

鉴于上述演播室上采用的设备，灵活的多区域制作需求，基于 IP 的视频流信号交换，当前多种 UHDTV 格式的兼容性，以及同时兼顾 4K 和 HD 信号的同时制作基本要求，简要介绍系统的视频制作流程，在视频系统的整体设备数量及配置方面，视频部分采用 IP 矩阵核心交换机（COTS）数量为 4 台，主核心交换机采用两台 64 口 100G 级联方式使用。40 路输入和 12 路输出 4K 信号的处理能力切换台，同时配置 36 路直切主面板和 28 路直切卫星面板，与之相关的核心视频矩阵为 64×64，输入为满足摄像机信号的 HDR 和 SDR 接入，外来信号进入 HDRC 前后的监看信号、字幕机的 V\K 信号、超高速摄像机的 Replay 信号、切换台的各级输出信号以及系统 4 个 TX 输出和 CLN 输出的 UHD 4K 信号和 HD 信号。系统配置超高清在线包装系统 2 套；同时预留 2 套超高清在线包装系统的扩展能力 [1]。

2.3 应急

采用核心矩阵的 IP 系统与传统演播室的应急处理已经有了质的区别，传统高清系统应急主要由矩阵来完成切换台的应急备份，由两路或者更多路二选一板卡实现，通过切换台和矩阵的信号间切换实现的应急备份，或者由切换台输出一路信号加嵌，矩阵输出一路信号加嵌，由切换台和矩阵的联动实现同切应急。

本系统设计中，信号经 IP 核心矩阵切换输出，经 IPG 转换为 4*3G UHD 信号后接入音频加嵌，通过 4*3G 视分将 UHD 信号经视频缆分别送往 3GSDI 矩阵输入；应急 UHD 输出；经 HDRC 作应急的 4K 下变换，应急 HD 信号也同时送回 SDI 矩阵；同时，应急 UHD 经 IPG 转换送回 IP 矩阵完成 IP 视频流调度；另外，应急 UHD 信号送往 TICO IPG 板卡，将 TICO IP 视频流由 25G 光纤送给外接口交换机。

3. 同步系统

系统的同步是视频环境中最基本也是最严格的一项要求。系统中的每一设备必须处于同步状态，这样才能保证制作和传输得以正常进行，才能正确再现视频图像和音频信息。将模拟和数字环境中的所有视频基准信号均与一个共用的、由主同步发生器提供的基准信号锁定，这样即可获取整体同步。在由各种视频信号源相混合的视频环境中，所有的信号均必须同步，否则会引起图象的滚动、抖动、撕裂，或者会产生不正确的彩色。

4K IP 系统的同步系统应支持模拟 BB 信号、三电平信号、Word Clock 信号、PTP 网络精确同步信号。B.B 同步信号由主、备同步机和同步自动倒换器组成，倒换器输出经分配后，为各设备提供同步信号。与传统基带系统不同，基于 IP 的系统在视频网络内加入 PTP 同步。PTP 网络精确同步信号是一种对标准以太网终端设备进

行时间和频率同步的协议，应用了 PTP 协议的网络称为 PTP 域。网络中可能含有多个 PTP 域，PTP 域是独立 PTP 时钟同步系统，一个 PTP 域内有且只有一个时钟源，域内的所有设备都与该时钟源保持同步，基于网络的主 – 从模式定时协议网络内所有设备均可被 PTP 同步。PTP 域的节点设备按照一定的主从关系（Master–Slave）进行时钟同步。主从关系是相对而言的，同步时钟的节点设备称为从节点，发布时钟的节点设备称为主节点，一台设备可能同时从上层节点设备同步时钟，然后向下层节点设备发布时钟 [2]。

同步系统设计包括同步信号的发生器，以及到各子系统的分配，要求子系统内部同步统一设计。除基于 PTP 网络的 PTP 同步设备外，其余设备主要采用模拟 BB 作为同步信号源，如果子系统中个别设备需要模拟 BB 以外的同步信号（数字 BB、三电平、数字音频字等），则在各子系统上配置生成。为保证同步系统的安全，同步系统所有设备和链路采用主备方式。模拟 BB 同步信号传输全部使用视频线缆。

4. 时钟系统

4.1 概述

本方案的时钟系统主要提供统一的时钟信号。时钟信息是全台各系统之间协调统一工作的唯一时间基准，该系统具有高稳定性、可靠性、准确性。核心设备具有必要的冗余设计，具备安全性、可靠性。整个系统能实现便捷调整和扩展等功能，需要时可灵活增加接口数量。系统内的时钟信号满足 EBU 国际时码标准，同时还可输出 RS–232/RS–422 信号。

4.2 设计方案

本方案配置了 1 台 GPS 卫星自动校时母钟，1 台 EBU(LTC) 自动时码倒换器，可实现卫星时钟和同步系统时钟输出的时钟倒换，输出的时钟信号经分配后为监看系统和记录设备提供时码。制作区域时钟分别满足导演区、第二制作区、技术区、音频区的显示。

5. 通话系统

5.1 概述

通话系统是用于调度系统与各工位、摄像、级联之间的对接信号通话，充分考虑设备选型、系统设计安全、可靠。

设计规模及配置考虑 IP 网络化，系统架构使用通话矩阵 + 交换机 +IP 通话面板的方式。在制作节目时可以调配，工位功能可以变化，且任何工位上都可以比较方便地接入适合该工位功能的通话面板或其他类型通话节点；所有扩展通话面板和无线中继台，可以通过光纤及网络电缆外延至现场使用；通过符合 AES67 标准的 IP 音频信号实现与音频系统的互联互通配，具有备份设计，在极短时间内实现导演与所有摄像的应急通话倒换。

5.2 设计方案

结合通话系统要求及 IP 化趋势，通话系统内所有通话面板均采用 IP 连接方式，可实现远距离扩展通话面板 IP 连接，实现同品牌系统间 IP 方式级联并保证至少具有 ≥ 32 路级联通路，实现主、第二制作区、技术区、音频区、多媒体区各工位之间的通话，以及各工作区与摄像师、现场导演、灯光、音响、主持人的通话，可实现点到点或点到面的自由通话方式，设计可扩展设备的 GPIO 功能及包括 IP、两线、四线、电话、无线等外部通话接入方式和输出接口；可接入无线中继台及手持对讲机，以满足视频、音频、现场导演、无线摄像等现场制作通话需求 [3]。

系统采用 160*160 规模通话矩阵，配备 36 个 IP 通话面板，系统内的所有面板通信基于 IP 交换，所有面板根据节目形式可自由设置与其他区域的通信定义；通话系统与音频系统的信号连接全部通过基于 AES67 网络路由实现，所有摄像机通话通过 AIO 板卡的四线通信完成，28 路摄像机的 ENG 和 PROD 同时接入矩阵四线，并设置不同群组完成双系统切换时的通话需求；系统内配备电话耦合器实现通话与电话路由的通讯，配备对讲机站与手持对讲机，并将其通过四线连入系统，通过 GPI 功能实现对讲基站 PTT 触发的信号传送。对讲机的灵活使用方式同时也是通话系统的备份之一。

5.3 系统可扩展性

系统具有较强的可扩展性。如在矩阵方面，最大是 288X288，现仍然有多路输入输出可供分配；在监视器方面，技术区和导演区还可以有多路信号进入；控制系统采用集中的系统控制，将 IP 矩阵调度、SDI 矩阵调度、TALLY 显示及源名跟随综合控制，使得系统跟灵活及发挥自由和扩展；

6. 系统集成要求

系统集成中主要使用视 / 音频跳线器，视音频电缆和视 / 音频接头、光纤及光模块等设备。由于该系统为 4K IP UHD 与 HD 兼容系统，所以严格按照系统集成规范来完成，以达最佳信号传输质量和最低的信号损耗。做到必要的设备保护以保证系统施工的质量，保证产品外型完整美观，工艺考究。

结语

以 IP 设备为信号传输、信号交换和调度核心的超高清直播演播室系统，可以让演播室系统更好地满足未来发展需求，在系统设计及系统集成等多个领域，相关人员需要系统的可扩展性提供保障。媒

参考文献

[1] 刘杰锋，张俊，卓越 .4K 超高清演播室系统建设探析 [J]. 广播与电视技术，2016，43（7）：50–55.
[2] 刘杰锋，贲小龙，俞佳 .4K 超高清演播室音频系统设计 [J]. 影视制作，2016，22（6）：60–64.
[3] 陈卫华 .4K 技术在电视台高清演播室系统中的应用实践 [J]. 现代电视技术，2015（10）：92–93，98.

（作者单位：北京冠华信达科技有限公司）